



Performances agronomiques de la microdose sur le mil sanio (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br) en Basse Casamance (Sénégal)

Adama Tounkara^{1,2*}, Boubacar Camara², Mamadou Abdoul Ader Diédhiou^{2,3}, Alioune Ndiaye², Fatou Binetou Sow², Daouda Ngom⁴

⁽¹⁾International Fertilizer Development Center (IFDC). Immeuble Sérigne Saliou Mbacké, 2e étage, en face station Shell Route des Almadies, Ngor-Dakar (Sénégal). E-mail : ado.tounkara@gmail.com

⁽²⁾Université Assane SECK. Laboratoire d'Agroforesterie et d'Écologie (LAFE). Département d'Agroforesterie. UFR Sciences et Technologies. BP 523 Ziguinchor (Sénégal)

⁽³⁾Institut Supérieur d'Enseignement Professionnel de Bignona. BP 60 Bignona (Sénégal)

⁽⁴⁾Université Cheikh Anta DIOP. Département de Biologie Végétale. BP 5005 Dakar-Fann (Sénégal)

Reçu le 16 mai 2022, accepté le 29 juin 2022, publié en ligne le 09 juillet 2022

RESUME

Description du sujet. Au Sénégal, le mil sanio ou type tardif (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br) est une céréale cultivée essentiellement en Casamance et dans le Sénégal Oriental. Il est très apprécié par les populations rurales à cause de ses qualités organoleptiques et fourragères. Cependant, les rendements de la culture en milieu paysan restent faibles. Cette faiblesse des rendements est liée entre autres à la faible maîtrise des technologies de fertilisation des sols.

Objectifs. La présente étude vise à analyser les performances agronomiques de la technique de fertilisation par microdose sur le mil sanio en Basse Casamance. Spécifiquement, il s'agit de tester l'effet de la microdose sur les paramètres de développement, de croissance et de production du mil sanio.

Méthodes. Un essai en blocs complets randomisés a été mis en place avec quatre (04) répétitions par traitement à savoir : le témoin (T0) est un traitement sans fertilisant ; la pratique paysanne (T1) a reçu une dose équivalente à 10 t/ha de fumier organique ; la microdose (T2) a reçu, en plus de 10 t/ha de fumier, 93,75 kg/ha de NPK et 31,25 kg/ha d'urée ; la recommandation de la recherche (T3) a reçu, en plus de 10 t/ha de fumier, 125 kg/ha de NPK et 93,75 kg/ha d'urée. Le fumier était constitué d'un mélange de crottes de moutons et de fiente de volailles. Le suivi des stades de développement du mil (levée, tallage, montaison, épiaison, floraison, maturation, récolte) a été effectué sur tous les traitements, de même que les mesures du nombre de talles sur chaque poquet de mil, la hauteur sur le brin-maitre du poquet de mil et le rendement grains à la récolte. L'efficacité agronomique pour le grain, de l'engrais minéral apporté sur T2, a été calculée comme étant le ratio de la différence entre le rendement grains sur T2 et le rendement grains du témoin (T0) sur la quantité de l'élément (N, P ou K) apporté sur T2. C'est la même procédure de calcul pour l'efficacité de l'engrais apporté sur T3 qui a été appliquée.

Résultats. La microdose a eu un effet positif sur la précocité (stades de développement), la hauteur, le nombre de talles et le rendement en grains du mil sanio. Cette technique de fertilisation par la microdose qui pourtant utilise moins d'engrais (moins de 25 % de NPK et moins de 67 % d'urée par rapport à la recommandation de la recherche) donne un rendement moyen (908,28 kg/ha) qui n'est pas significativement différent de celui de la recommandation de la recherche (1 043,28 kg/ha). Elle a permis de réaliser un accroissement du rendement en grains de 62 % par rapport par rapport à la pratique paysanne et de 148 % par rapport au témoin. De même, l'efficacité de l'engrais apporté était meilleure avec la microdose comparée à la recommandation de la recherche.

Conclusion. Les résultats de cette étude ont montré de bonnes performances de la microdose sur le développement et les paramètres de croissance et de production du mil sanio en Basse Casamance. Aussi, l'efficacité de l'engrais apporté est plus élevée sur la microdose par comparaison à la recommandation de la recherche. Malgré ces performances de la technique de fertilisation par microdose, son application manuelle (apport localisé de l'engrais) est pénible et nécessite une importante main d'œuvre sur de grandes superficies, d'où la mécanisation pour réduire la charge de travail. Par ailleurs, il serait nécessaire de reconduire l'essai et de faire aussi des tests chez les agriculteurs pour apprécier ces résultats.

Mots-clés : Microdose, mil sanio, Basse Casamance, performance agronomique, efficacité

ABSTRACT

Agronomic performance of fertilizer microdosing on sanio millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br) in Lower Casamance (Senegal)

Subject description. In Senegal, sanio or late type millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br) is a cereal cultivated mainly in Casamance and in Eastern Senegal. It is highly valued by rural populations because of its organoleptic and fodder qualities. However, its crop yield in the farming environment remain low. This low yield is due, among other things, to the poor mastery of soil fertilization technologies.

Objectives. The present study aims to analyze the agronomic performance of the microdose fertilization technique on sanio millet in Lower Casamance. Specifically, the effect of microdosing on the development, growth and production parameters of sanio millet was studied.

Material and Methods. The experiment was laid out as a randomized complete block design with four treatments (control, farmer practice, microdose, research recommendation) each replicated (04) times. The control (T0) is a treatment without fertilizer application; the farmer practice (T1) corresponds to 10 t/ha of organic manure; the microdose (T2) represents the application of 10 t/ha of manure + 93.75 kg/ha of NPK and 31.25 kg/ha of urea, and the research recommendation (T3) is a combination of 10 t/ha of manure, 125 kg/ha of NPK and 93.75 kg/ha of urea. The manure was a mixture of sheep dung and poultry droppings. Millet development stages (emergence, tillering, elongation, heading, flowering, maturation, harvesting) were monitored in all treatments, as were measurements of the number of tillers and height on millet stalks and grain yield. The agronomic efficiency for the applied mineral fertilizer on T2 and T3 is calculated as the ratio of the difference between the grain yield on T2 and T3 and the grain yield of the control (T0) divided by the quantity of the applied element (N, P or K) on T2 and T3.

Results. Fertilizer microdosing had a positive effect on the earliness (developmental stages), height, number of tillers and grain yield of sanio millet. This microdose fertilization technique, while using less fertilizer (less than 25% NPK and less than 67% urea compared to the research recommendation), resulted in an average yield (908.28 kg/ha) that was not significantly different from the research recommendation (1 043.28 kg/ha). It resulted in an increase in grain yield of 62% compared to the farmer practice and 148% more than the control. Similarly, the efficiency of the fertilizer applied is higher with the microdose fertilization compared to the research recommendation.

Conclusion. The results of this study showed good performance of the microdose fertilization on the development, growth and production parameters of sanio millet in Lower Casamance. Similarly, the efficiency of the fertilizer applied was higher with the fertilizer microdosing compared to the research recommendation. Despite these performances of the microdose fertilization technique, its manual application (localized application of fertilizer) over large areas can be difficult and might require mechanization to reduce the workload. Furthermore, it would be necessary to repeat the trial and also carry out these trials at farmers' fields to assess the effects of fertilizer microdosing under different growing conditions.

Keywords : Microdose, sanio millet, Lower Casamance, agronomic performance, efficiency

1. INTRODUCTION

Le mil (*Pennisetum glaucum*) est l'une des principales cultures alimentaires au Sénégal et représente la céréale la plus importante du point de vue de la production derrière le riz (*Oryza sativa*). Il est cultivé sur plus de 60 % des terres arables du pays (Sy *et al.*, 2015), sa production est estimée à 897 348 tonnes en 2018 (ANSD, 2020). Deux types de variétés de mil sont essentiellement cultivés au Sénégal : le mil souna ou type hâtif (généralement non photopériodique) qui est presque cultivé sur tout le territoire national (ISRA *et al.*, 2005), et le type tardif ou mil sanio (généralement photopériodique) qui est essentiellement cultivé en Casamance et au Sénégal Oriental (Bamba *et al.*, 2019). En Basse Casamance, le mil sanio est la culture la plus importante derrière le riz (*Oryza sativa*), l'arachide (*Arachis hypogaea*) et le niébé (*Vigna unguiculata*) (Sané, 2017). Il est apprécié

par les populations rurales à cause de ses qualités organoleptiques et fourragères (Muller *et al.*, 2015).

Malgré l'importance de cette culture, les rendements en milieu paysan (750 kg/ha) restent faibles (Coly *et al.*, 2021) de même que les superficies, seulement 15 % des superficies totales emblavées en mil au niveau national (Fofana et Mbaye, 1990). Cette faiblesse des rendements s'explique par l'utilisation de variétés traditionnelles, le faible accès aux intrants agricoles et la faible maîtrise des technologies de production d'amendements et de fertilisation des sols (Coly *et al.*, 2021). La fertilisation des parcelles en Basse Casamance est essentiellement basée sur l'apport de fumure organique, mais certains agriculteurs font aussi recours aux engrais minéraux. L'utilisation d'amendements organiques et d'engrais minéraux dans cette zone est limitée entre autres par la cherté et l'inaccessibilité des engrais minéraux mais aussi

à la disponibilité de la fumure organique (Bamba *et al.*, 2019). A cela s'ajoute le faible niveau d'accompagnement des agriculteurs par les services techniques qui est aussi une réalité dans la zone (Sané, 2017). Dans ce contexte, la capacité des agriculteurs dans la maîtrise des pratiques culturales et en particulier des techniques de fertilisation telle que le microdosage, combinant fumures organiques et minérales, pourrait contribuer à l'amélioration des rendements du mil sanio dans la zone.

Cette étude a pour objectif d'analyser les performances agronomiques de la technique de fertilisation par microdosage sur le mil sanio en Basse Casamance. L'intérêt de cette étude est de voir si en réduisant les doses d'engrais NPK et d'urée de 25 % et 67 % respectivement par rapport à la recommandation de la recherche, cela permettrait une meilleure efficacité de l'engrais et une amélioration conséquente du rendement du mil.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Zone d'étude

L'étude a été conduite en Basse Casamance qui est une sous-zone agroécologique de la Casamance. Le climat est de type sud soudanien continental (Sagna *et al.*, 2012). Elle a la particularité d'être la zone la plus pluvieuse du pays. Sur la période 1951 à 2014, les précipitations enregistrées dans la région de Ziguinchor variaient entre 746 et 2007 mm soit une moyenne de 1345 mm, avec une température annuelle moyenne qui varie entre 20,7 °C et 34,1 °C. Les sols de types ferrugineux tropicaux lessivés (ou sols beiges) sont très présents en Basse-Casamance puisqu'on les retrouve un peu partout en dehors du domaine fluvio-marin (Sané, 2017). Le site ayant abrité l'essai se situe plus précisément à l'université Assane Seck dans la région de Ziguinchor à 12°78'33" Nord et de 16°21'66" Ouest (figure 1).

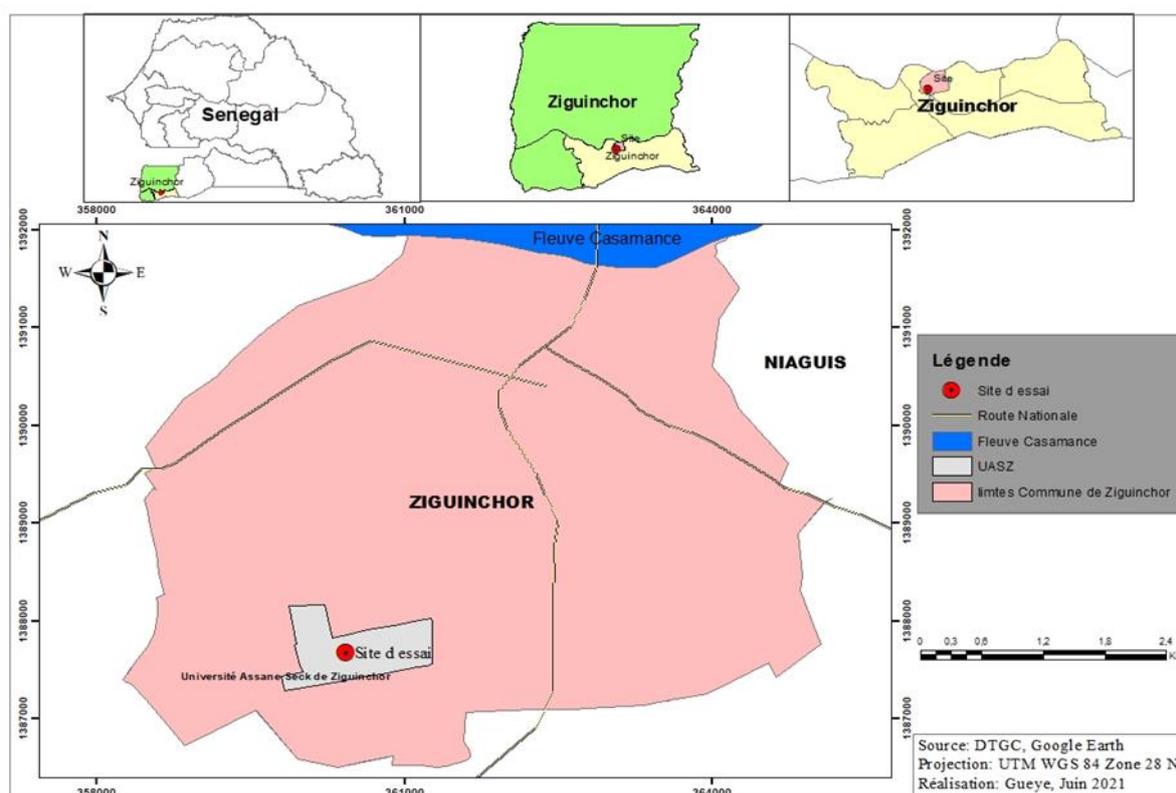


Figure 1. Localisation du site de l'étude

2.2. Dispositif expérimental et conduite de la culture

L'expérimentation a été conduite pendant la saison des pluies de l'année 2021. Un dispositif en blocs aléatoires complets, constitué de quatre blocs avec quatre traitements (4 m x 4 m soit 16 m² par traitement) par bloc a été utilisé. Les traitements comparés sont : **T0**= témoin sans apport d'engrais chimique et organique ;

T1= pratique paysanne (PP) : pratique habituelle des agriculteurs sur le mil en Basse Casamance avec application de fumier à la dose de 10 kg/ha comme fumure de fond ; **T2**= microdose (MD), avec application de : fumier bien décomposé à la dose de 10 kg/ha comme fumure de fond, 3 g de NPK (formule 15-15-15) par poquet à 15 JAL (Jour Après Levée) et 2 g d'urée + 3 g de NPK (15-15-15) par poquet à 30 JAL ; **T3**= pratique recommandée par la recherche (PR), avec

application de : fumier bien décomposé à la dose de 10 kg/ha comme fumure de fond, 4 g de NPK (15-15-15) et 3 g d'urée par poquet à 15 JAL, les mêmes doses de NPK et d'urée ont été apportées à 30 JAL.

Le fumier, constitué d'un mélange de crottes de mouton et de fiente de volaille, a été apporté sur les traitements concernés après désherbage de la parcelle d'essai et avant le semis du mil.

La variété de mil sanio (cycle long de 120 à 150 jours) la plus cultivée en Casamance (Bamba *et al.*, 2019 ; Coly *et al.*, 2021) a été utilisée. Le semis a eu lieu le 25 août 2021 à raison de cinq (05) graines par poquet avec des écartements de 80 cm x 80 cm soit une densité de 15 625 poquets à l'hectare. La conduite de la culture (démariage, sarclage...) a été assurée suivant les recommandations de la recherche. Le démariage à trois plants/poquet a été effectué 15 JAL. Trois opérations de sarclages ont été menées durant le cycle de développement du mil : à 15 JAL, 30 JAL et à 45 JAL. L'arachide est la précédente culturale du mil dans cette expérimentation.

2.3. Observations et mesures

Différentes observations et mesures ont été faites sur chaque traitement. Elles concernent : les stades de développement du mil (date de levée, début tallage, début montaison, date d'épiaison, date de floraison et la date de récolte), le nombre de talles, et la hauteur du brin maître sur le poquet. Pour le nombre de talles, un comptage des talles sur 6 poquets pour chaque traitement (hormis les poquets de bordure), choisis au hasard, a été effectué 21 et 30 JAL. Les mêmes poquets ont fait l'objet de mesures de la hauteur sur le brin-maitre à 21 JAL, 30 JAL et 55 JAL. La date de floraison a été déterminée lorsque 50 % des poquets du traitement

ont fleuri. Le rendement grains du mil est déterminé à la récolte sur l'ensemble des poquets de mil de chaque traitement. L'efficacité agronomique de l'engrais pour le grain (AE) est calculée selon cette équation :

$$AE = (\text{Rdt grains}_{(T2 \text{ ou } T3)} - \text{Rdt grains}_{(T0)}) / \text{Quantité de l'élément X apporté par l'engrais}$$

AE : est exprimée en kg/kg

Rdt grains : Rendement grains du mil en kg/ha

La quantité de l'élément X apporté par l'engrais (N, P ou K) est exprimée en kg/ha

2.4. Analyses statistiques

L'analyse de variance (ANOVA) a été effectuée à l'aide logiciel STATISTICA (Stat Soft. Inc. (2007)) pour évaluer l'effet des traitements sur les différentes variables mesurées. Quand un effet significatif d'un facteur a été déterminé, la comparaison des moyennes est effectuée en utilisant le test de Student Newman Keuls avec un seuil de significativité de 5 %.

3. RESULTATS

3.1. Pluviométrie de la zone d'étude

La figure 2 montre la variation annuelle de la pluviométrie dans la région de Ziguinchor sur une série de vingt-huit (28) ans (1992 à 2020). Il y a une grande variation de la pluviométrie avec une normale de 1371 mm sur cette période. La fréquence d'années à pluviométrie déficitaire est de 69 % entre 1992 et 2007. A partir de 2007, elle n'est plus que 36 %, ce qui suggère qu'on est passé à une période plus favorable en termes de pluviométrie.

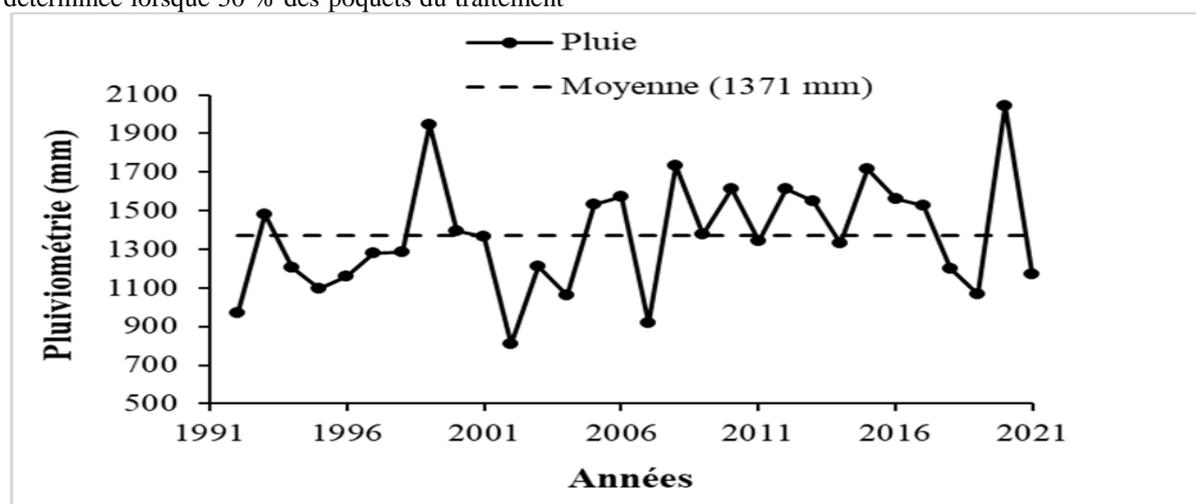


Figure 2. Variation annuelle de la pluviométrie de 1991 à 2021 dans la région de Ziguinchor. La droite horizontale (en trait discontinu) est la moyenne annuelle sur la période. Données de la station météo de Ziguinchor.

La figure 3 montre la répartition de la pluie de l'année 2021 dans la région de Ziguinchor. L'année 2021 était marquée par une pluviométrie déficitaire de 1169 mm. Elle suggère une saison des pluies qui a duré environ cinq (05) mois dans cette zone sud du pays, de juin à octobre. Les mois d'août et septembre sont les plus pluvieux avec 326 mm et 401 mm respectivement. Le mois de juin marquant le début de l'hivernage est le moins pluvieux avec seulement 39 mm.

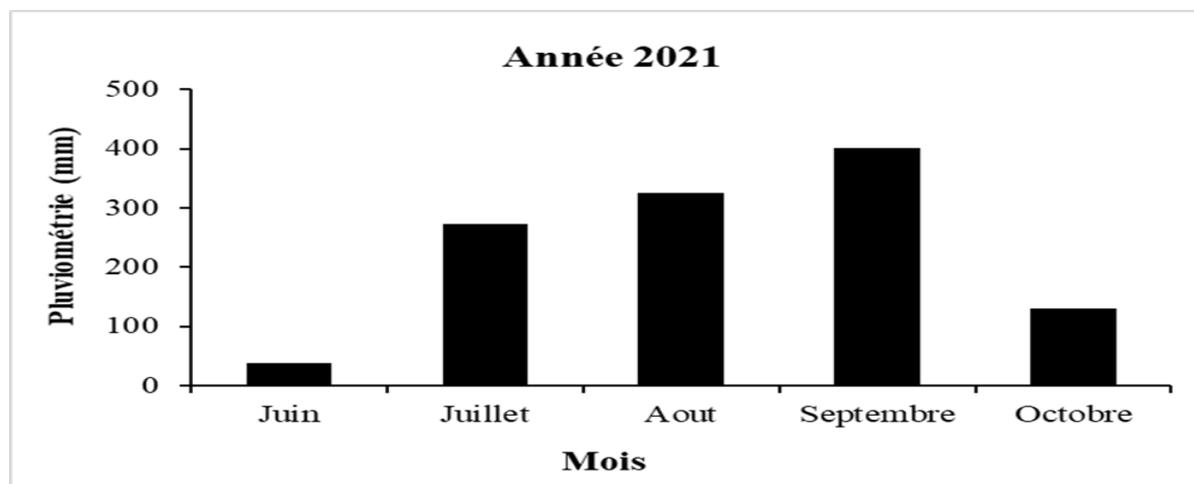


Figure 3. Pluviométrie mensuelle de l'année 2021 dans la région de Ziguinchor. Source de données de la station météo de Ziguinchor

3.2. Stades de développement du mil sanio

La figure 4 présente les différents stades de développement du mil, du semis à la récolte. La levée du mil a été simultanée et homogène sur tous les traitements. Elle est intervenue le 28/08/2021 soit 3 JAS (Jour Après Semis), après 49 mm de pluie sur deux jours (47 mm le 25/08 et 2 mm le 27/08/2021). De même, la récolte a été effectuée à la même date du 10/12/2021 correspondant à 104 JAL (Jours Après la Levée).

Le tallage, la montaison, l'épiaison et la floraison commencent environ à la même date au niveau des traitements T2 et T3 et plus tôt par rapport aux traitements T0 et T1. Le tallage débute à 17 JAL pour T3 et T2, il est survenu 4 jours après pour T1 (21 JAL) et 5 jours pour T0 (22 JAL). Le début de la montaison correspond à 36 JAL pour T2 et T3, il est retardé de 4 jours (40 JAL) sur T0 et T1. L'épiaison-floraison intervient entre 50 et 68 JAL sur T1 et T2, elle est observée 5 jours plus tard pour T2 et 10 jours après pour T0. La maturation (apparition de taches noires) est observée 20 à 25 JAF (Jours Après Floraison). Les traitements qui ont fleuri en dernier (T0 et T1) ont également une maturation tardive.

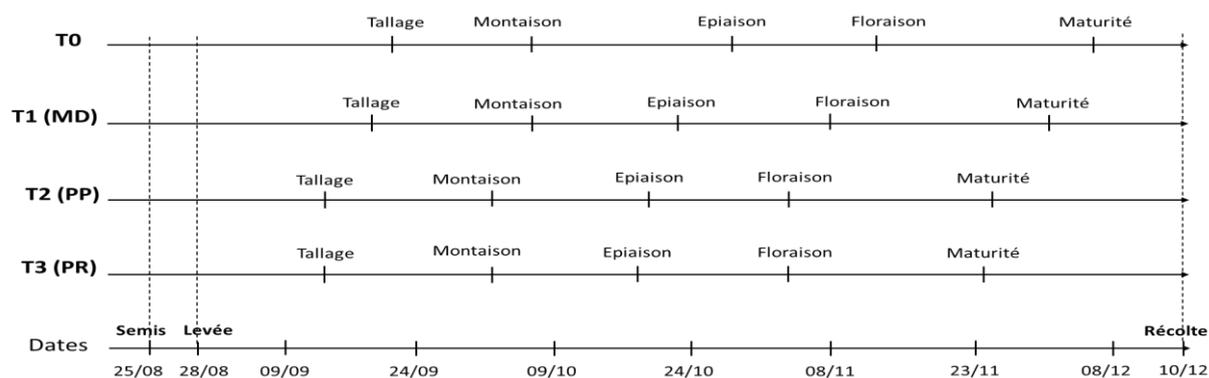


Figure 4. Le développement du mil sanio sur les différents traitements (T0 : témoin ; T1 (MD) : Microdose ; T2 (PP) : Pratique paysanne ; T3 (PR) : Pratique Recommandée par la recherche)

3.3. Effets des traitements sur le nombre de talles par poquet de mil

Le tableau 1 présente le nombre de talles à différents stades de développement du mil (21 ; 36 et 51 JAL) en fonction des traitements. Le nombre de talles évolue suivant le développement du mil. Il y a effet du traitement

sur le nombre de talles ($p = 0,000$), quelle que soit la date de mesure. A 21 JAL, le nombre de talles n'est pas significativement différent entre T2 (2,33) et T3 (3,25) ($p = 0,065$). Il est significativement plus élevé sur T3 par comparaison à T0 (1,79) ($p = 0,017$) et à T1 (2,00) ($p = 0,032$). Il ne varie pas significativement entre T2 et T0 ($p = 0,52$) et entre T2 et T1 ($p = 0,50$). A 36 JAL, le nombre de talles est significativement plus élevé sur T3 par comparaison à T0 ($p = 0,000$), à T1 ($p = 0,000$) et à T2 ($p = 0,001$). Il est significativement plus élevé sur T2 par comparaison à T0 ($p = 0,000$) et à T1 ($p = 0,007$). Cette tendance, à 36 JAL, est observée à 51 JAL.

Tableau 1. Nombre de talles moyen par poquet de mil sur les différents traitements suivant le développement de la plante

JAL	T0	T1	T2	T3
21	1,79 ($\pm 0,78$)	2,00 ($\pm 0,78$)	2,33 ($\pm 0,82$)	3,25 ($\pm 0,79$)
36	4,09 ($\pm 1,24$)	5,37 ($\pm 1,13$)	6,87 ($\pm 1,29$)	8,50 ($\pm 0,86$)
51	6,25 ($\pm 2,33$)	8,75 ($\pm 1,87$)	11,42 ($\pm 2,18$)	13,75 ($\pm 3,35$)

Légende : JAL : Jour Après la Levée du mil. T0 = témoin, T1= pratique paysanne, T2 = microdose, T3 = pratique recommandée par la recherche

3.4. Effets des traitements sur la croissance linéaire des plantes

Les courbes de croissance linéaire du mil sur les différents traitements sont présentées à la figure 5. On observe une évolution de la hauteur du brin-maître suivant le développement du mil. Il y a effet du traitement sur la hauteur du brin-maître ($p = 0,000$), quelle que soit la date de mesure. A 21 JAL, la hauteur du brin-maître ne varie pas significativement entre T1 (21,33 cm), T2 (40,08 cm) et T3 (43,35 cm). La même tendance est notée à 36 JAL. A 51 JAL, la hauteur du brin-maître est significativement plus élevée sur T3 (179,83 cm) par comparaison à T0 (91,71 cm) ($p = 0,000$), à T1 (136,92 cm) ($p = 0,000$) et à T2 (158,62 cm) ($p = 0,000$). Elle est significativement plus élevée sur T2 par comparaison à T0 ($p = 0,000$) et à T1 ($p = 0,000$).

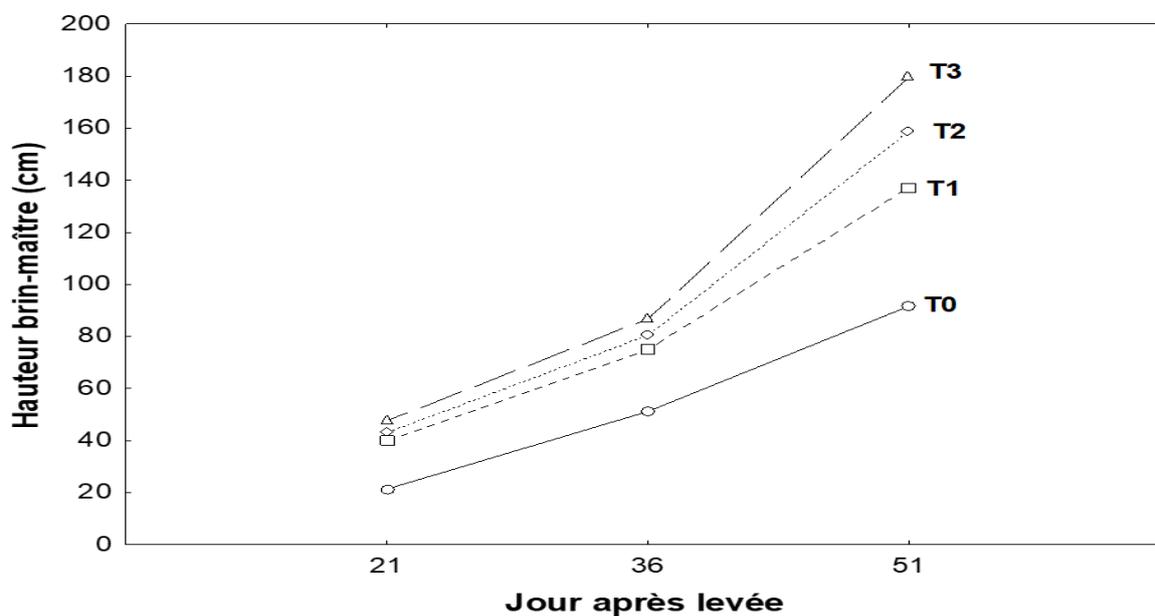


Figure 5. Evolution de la hauteur sur le brin-maître du poquet des différents traitements suivant le développement du mil sanio

Légende : T0 = témoin, T1= pratique paysanne, T2 = microdose, T3 = pratique recommandée par la recherche

3.5. Effet des traitements sur le rendement grains du mil

La figure 6 présente le rendement moyen du mil sanio en fonction des traitements. Les analyses statistiques indiquent un effet significatif du traitement sur le rendement du mil sanio ($p = 0,009$). Même si le rendement en grains est plus élevé sur le traitement de la recommandation de la recherche T3 (1 043,28 kg/ha ($\pm 349,42$)), il n'est cependant pas significativement différent ($p = 0,46$) de la microdose T2 (908,28 kg/ha ($\pm 218,53$)), soit une

différence de rendement de 135 kg/ha seulement. Il en est de même ($p = 0,30$) entre la pratique habituelle des agriculteurs T1 (559,14 kg/ha ($\pm 233,13$)) et le témoin T0 (365,94 kg/ha ($\pm 180,77$)). Par contre, le rendement en grains moyen est significativement différent d'une part, entre T2 et T0 ($p = 0,02$) et entre T2 et T1 ($p = 0,07$), et d'autre part, entre T3 et T0 ($p = 0,01$) et entre T3 et T1 ($p = 0,04$) (figure 6). La microdose a réalisé un accroissement de 62 % du rendement en grains par rapport à la pratique paysanne et de 148 % par rapport au témoin. La recommandation de la recherche a réalisé un gain de rendement grains de 185 % par rapport au témoin et 87 % par rapport à la pratique paysanne.

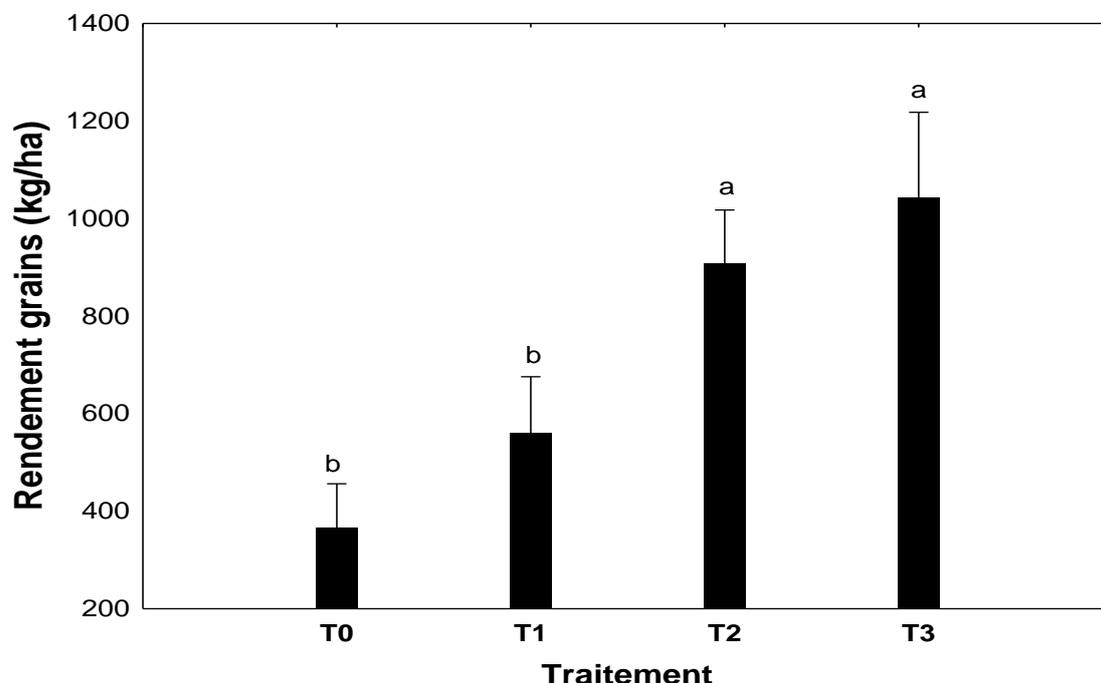


Figure 6. Rendement grains du mil sanio des différents traitements.

Légende : T0 = témoin, T1= pratique paysanne, T2 = microdose, T3 = pratique recommandée par la recherche.

Les mêmes lettres indiquent qu'il n'y a pas de différence significative entre les traitements concernés. Les barres représentent les erreurs standards des moyennes.

3.6. Efficience agronomique de l'engrais

Les efficacités agronomiques des éléments N (azote), P (phosphore) et K (potassium) apportés par l'engrais sur les traitements T2 (microdose) et T3 (recommandation de la recherche) sont présentées dans le tableau 2. Quel que soit l'élément (N, P ou K) apporté par l'engrais, son efficacité agronomique ne varie pas significativement entre la microdose et la recommandation de la recherche. Cependant, les efficacités sont plus élevées avec la microdose et particulièrement pour l'azote (N) où elle est presque le double de la recommandation de la recherche.

Tableau 2. Efficience agronomique de l'engrais NPK et l'urée apportés sur le mil sanio sur les traitements concernés T2 (microdose) et T3 (Recommandation de la recherche)

Traitements	N (kg/kg)	P (kg/kg)	K (kg/kg)
T1	19,07 a	87,62 a	46,47 a
T2	10,95 a	82,10 a	43,53 a
<i>P value</i>	0,2	0,86	0,86

4. DISCUSSION

Les conditions de développement et de croissance des plantes ont nettement été améliorées avec la fertilisation organo-minérale : croissance plus rapide, précocité de la plante. Ce qui pourrait être lié à une alimentation minérale plus satisfaisante du

mil avec l'apport d'engrais. L'effet positif de la fertilisation organo-minérale sur l'alimentation minérale, le développement et le rendement du mil est rapporté dans la littérature (Cissé, 1988 ; Badiane *et al.*, 2001 ; Ndiaye *et al.*, 2019 ; Coly *et al.*, 2021 ; Pale *et al.*, 2021). Cette fertilisation

organo-minérale, à travers la microdose et la recommandation de la recherche, a significativement augmenté le rendement en grains du mil par rapport à la fertilisation organique seule (pratique paysanne) et au témoin sans apport de fertilisants. Cependant, le rendement en grains, même étant plus élevé avec la recommandation de la recherche, n'est pas significativement différent entre cette dernière et la microdose. Cela pourrait être lié à la meilleure efficacité de l'engrais obtenue avec la microdose. Cependant, ces efficacités de l'engrais sont inférieures aux valeurs (31,85 à 66 kg grains/kg N) rapportées par Tounkara *et al.* (2020) pour l'azote sur le mil. Par ailleurs, l'effet positif de la combinaison fumure organique et minérale, comme le cas avec la microdose, sur la qualité des sols est rapporté dans la littérature (Pieri, 1989 ; Fofana *et al.*, 2008 ; Somda *et al.*, 2017).

Dans le cadre de cette étude, la microdose a réalisé un gain de rendement moyen de 62 % par rapport à la pratique paysanne. Les démonstrations dans le cadre du projet Feed the Future SENEGAL DUNDEÛ SUUF ont montré un avantage de rendement de 36 % avec la microdose (apport de moins de 75 % de NPK et d'urée par rapport à la recommandation de la recherche) sur le mil par comparaison à la pratique paysanne (IFDC, 2021). Au Niger, l'application de la microdose en démonstration a permis d'augmenter les rendements du mil et du sorgho de 44 à 120 % par rapport à la vulgarisation (FAO, 2012). Sissoko et Labailly (2019) indiquent des écarts significatifs des rendements en grains de mil et de sorgho obtenus sur les parcelles avec la microdose comparativement aux parcelles avec la pratique paysanne. Par ailleurs, le rendement en grains moyen du mil obtenu avec la microdose (908,28 kg/ha) dans le cadre de cette étude est supérieur aux valeurs (296 à 630 kg/ha) rapportées par Bamba *et al.* (2019) sur un réseau de parcelles paysannes en Casamance. Il est plus élevé que la moyenne nationale de 500-800 kg/ha de mil ces vingt (20) dernières années (FAOSTAT, 2021).

La microdose, dans le cadre de cette étude, permet non seulement une réduction de 25 % de NPK et 67 % d'urée par rapport à la recommandation de la recherche sur le mil, mais aussi une nette augmentation du rendement du mil sanio et une meilleure efficacité de l'engrais minéral apporté. Elle contribuerait ainsi à un investissement moindre et une amélioration des revenus. Cependant, son application manuelle (apport localisé de l'engrais) est pénible et nécessite une importante main d'œuvre sur de grandes superficies, d'où la préconisation de la mécanisation pour réduire la charge de travail et faciliter sa mise à l'échelle.

5. CONCLUSION

Les résultats de cette étude ont mis en évidence les bonnes performances de la microdose sur les paramètres de développement, de croissance et de production du mil sanio en Basse Casamance. La microdose a eu un effet positif sur la précocité (stades de développement), la hauteur, le nombre de talles et le rendement en grains du mil sanio. Cette technique de fertilisation qu'est la microdose, qui pourtant utilise moins d'engrais (moins de 25 % de NPK et moins de 67 % d'urée) par rapport à la recommandation de la recherche, donne un rendement moyen pas significativement différent de celui de la recommandation de la recherche et une meilleure efficacité de l'engrais. Par rapport à la pratique paysanne, la microdose a permis de réaliser un accroissement de rendement en grains moyen de 62 %. La microdose permet donc non seulement une réduction des quantités d'engrais utilisées mais aussi une hausse des rendements en grains du mil sanio et une meilleure efficacité des engrais, ce qui n'est pas sans conséquence sur le fonds d'investissement. Cependant, des efforts doivent être faits en termes de mécanisation de la technologie pour réduire la charge de travail.

En guise de perspective, il serait nécessaire de reconduire l'essai et de faire aussi des tests chez les agriculteurs pour apprécier ces résultats, tout en testant aussi d'autres sources de fertilisants organiques de qualité (compost, les bouses de vaches, ...).

Remerciements

Les auteurs remercient la Banque Islamique pour l'appui financier apporté à la réalisation de cette étude.

Références

- ANDS, 2020. *Situation Economique et Sociale du Sénégal 2017-2018*, 225 p.
- Badiane A., Faye A., Yamoah, C.F. & Dick R.P., 2001. Use of Compost and Mineral Fertilizers for Millet Production by Farmers in the Semiarid Region of Senegal. *Biological Agriculture and Horticulture*, 19, 219-230. [doi=10.1080/01448765.2001.9754926](https://doi.org/10.1080/01448765.2001.9754926)
- Bamba B., Gueye M., Ngom D., Ka S.L., Diop B. & Kanfany G., 2019. Caractérisation des pratiques locales du mil Sanio [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br] en zone soudanienne humide au Sénégal. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13 (2), 1054-1063.
- Cissé L., 1988. Influence d'apports de matière organique sur la culture de mil et d'arachide sur un sol sableux du Nord Sénégal. II. – Développement des plantes et mobilisations minérales. *Agronomie*, 8(5), 411-417.
- Coly I., Badiane A., Ndiaye Y.N., Ba D. & Goudiaby A.O.K., 2021. Influence of organo-mineral fertilization rate on organic performance of sanio millet (*Pennisetum*

- Glaucum (L.) R. BR.) In Lower Casamance (Southern SENEGAL). *International Journal of Agriculture, Environment and Bioresearch*, 192-208.
- FAO, 2012. *La fertilisation localisée au semis des cultures ou microdose*. Fiche d'information, Niamey, Niger, juillet 2012, 4 p.
- FAOSTAT, 2021. [https://www.fao.org/faostat/fr/#data/QCL/\(19/04/2022\)](https://www.fao.org/faostat/fr/#data/QCL/(19/04/2022)).
- Fofana A. & Mbaye D. F., 1990. Production du mil au Sénégal : contraintes et perspectives de de recherches. In *Proceedings of the Regional Pearl Millet Workshop*. ICRISAT Sahelian Center, Niamey-Niger, 134-141.
- Fofana B., Wopereis M.C.S., Bationo A., Breman H. & Mando A., 2008. Millet nutrient use efficiency as affected by natural soil fertility, mineral fertilizer use and rainfall in the West African Sahel. *Nutr. Cycl. Agroecosystems* 81, 25-36. <https://doi.org/10.1007/s10705-007-9146-y>.
- IFDC, 2021. *Feed The Future Seenegal Dundël Suuf* Project. 2021 annual report, 33 p.
- ISRA, ITA & CIRAD., 2005. *Bilan de la recherche agricole et agroalimentaire au Sénégal*. Institut sénégalais de recherches agricoles, 524 p.
- Muller B., Lalou R., Kouakou P. *et al.*, 2015. Le retour du mil sanio dans le Sine : une adaptation raisonnée à l'évolution climatique. In : *Sultan Benjamin (ed.), Lalou Richard (ed.), Amadou Sanni M. (ed.), Oumarou A. (ed.), Soumaré M.A. (ed.)*. Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest. Marseille : IRD, 377-401.
- Ndiaye A., Ndiaye O., Bamba B., Guéye M. & Sawané O., 2019. Effets de la fertilisation organo- minérale sur la croissance et le rendement du « mil sanio » (*Pennisetum glaucum* L. R. Br) en Haute Casamance (Sénégal). *European Scientific Journal*, 15 (33), 155-170. Doi :10.19044/esj.2019.v15n33p155.
- Pale S., Barro A., Koumbem M., Sere A. & Traore H., 2021. Effets du travail du sol et de la fertilisation organo-minérale sur les rendements du mil en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 15(2), 497-510.
- Pieri C., 1989. *Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara*. Ministère de la Coopération et du Développement. CIRAD, Paris, 444 p.
- Sagna P., Yade M. & Sambou P.C., 2012. Migrations de l'équateur météorologique, fréquences de la mousson et importance des précipitations au Sénégal en 2008 et 2009. *Annales de la faculté des lettres et sciences humaines* N° 42/B -2012, Université Cheikh Anta Diop.
- Sané T., 2017. *Vulnérabilité et adaptabilité des systèmes agraires à la variabilité climatique et aux changements sociaux en Basse-Casamance (Sud-Ouest du Sénégal)*. Thèse de doctorat : Université Sorbonne Paris Cité ; Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 376 p.
- Sissoko P. & Labailly P., 2019. Les déterminants des rendements du mil et du sorgho avec la technique du microdosage d'engrais. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* 7(2), 213-222.
- Somda B.B., Ouattara B., Serme I. *et al.*, 2017. Détermination des doses optimales de fumures organo-minérales en microdose dans la zone soudanosahélienne du Burkina Faso. In: *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(2), 670-683.
- Sy O., Fofana A., Cissé, N., Noba K. *et al.*, 2015. Étude de la variabilité agromorphologique de la collection nationale de mils locaux du Sénégal. *J. Appl. Biosci.* 8030-8046.
- Toukara A., Clermont-Dauphin C., Affholder F., Ndiaye S., Masse D. & Cournac L., 2020. Inorganic fertilizer use efficiency of millet crop increased with organic fertilizer application in rainfed agriculture on smallholdings in central Senegal. *Agric. Ecosyst. Environ.* 294, 106878. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106878>.